

# ЄМНІСНА СИСТЕМА ДЕТЕКТУВАННЯ ПОРУШНИКА НА ПІДХОДАХ ДО БУДІВЕЛЬ

В. О. Мазурок<sup>1, а</sup>, О. Д. Василенко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
Фізико-технічний інститут

## Анотація

Моніторинг межі контрольованої зони завжди був першим та найважливішим завданням будь-якої системи захисту інформації. На близькій відстані до будівель, що охороняються працює невелика кількість пристроїв виявлення, такі як інфрачервоні та телевізійні. Зважаючи на проблеми та обмеженість дії цих двох систем є сенс розглядати способи виявлення порушників на основі ємнісних датчиків. В цьому матеріалі йтиметься про можливості використання ємнісної системи детектування на близькій відстані до будівель під охороною.

**Ключові слова:** ємнісні датчики, моніторинг периметру будинку

## Вступ

Можливі області застосування ємнісних датчиків надзвичайно різноманітні. Вони використовуються в системах регулювання і управління виробничими процесами майже у всіх галузях промисловості, для охоронних систем, тощо.

Ємнісна система охорони периметра, заснована на реєстрації зміни електричної ємності між датчиком і поверхнею землі. Ємнісна система охорони об'єктів дозволяє визначати наявність порушників на контрольованій території без їх безпосереднього контакту з датчиками або конструкціями інженерної системи захисту периметру, що значно підвищує надійність охорони об'єкта в цілому. Висока ефективність ємнісних систем охорони периметра дозволяє рекомендувати їх для широкого використання в комплексних системах захисту периметра об'єктів [1, 2]

## 1. Підстави для розробки

Зазвичай ємнісні системи встановлюються по периметру контрольованої зони для охорони підходів та детектування наближення.

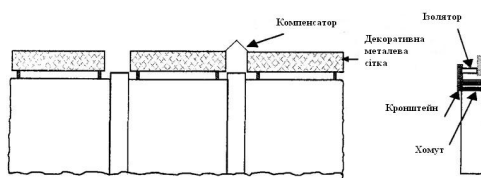


Рис. 1. Типове розташування ємнісних датчиків

При цьому використовується одноплечова лінія, де першим чутливим елементом виступають металеві огороження чи кабелі а іншим плечем виступає

грунт під огорожею. Така система витісняє ІЧ датчики чи сейсмічні датчики своєю невибагливістю до погодніх умов та можливістю використання при сильній зміні ландшафту на всьому периметрі огорожі. Але земля не є ідеальним провідником та зміни погодніх умов можуть сильно змінювати внутрішній опір ґрунту. Також через далеку протяжність зони огороження детектування точного знаходження порушника може стати проблематичним.

Загалом найближчі підступи до будівлі (1 – 2 м) найбільш уразливі та для їх захисту іншими системами потрібно багато ресурсів та розвинена інфраструктура (дроти, системи керування, оператор, тощо). Особливо гостро проблема стоїть, якщо форма будівлі не прямокутна та налічує багато поворотів. В той же час найпростіша ємнісна система що налічує всього два окремі проводи, між якими створюється зона детектування.

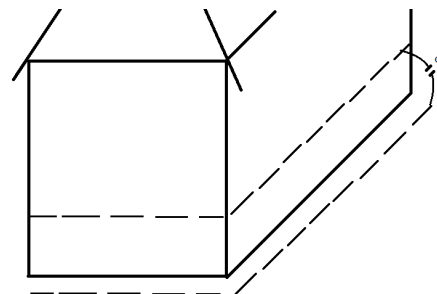


Рис. 2. Ємнісна система на межі будинку

Пропонується використовувати систему наближення на підходах до будинку за схемою показаною на рис 2.

<sup>а</sup>valentin.mazurok@gmail.com

## 2. Розрахунок зони детектування

Двох провідна лінія являє собою пару проводів, між якими змінюється діелектрична проникність  $\varepsilon$ .

У цій конструкції присутній провід на землі між стіною будівлі. Як наслідок, дана конструкція має менший коефіцієнт точності тому, що КЗ менша, отже і об'єм зони менший, тобто і ємність всієї системи більша. Для розрахунку зони припустимо, що наближення людини на невелику відстань  $R$  – відповідає послідовному під'єднанню до вихідного конденсатора  $\Delta C_l$  додаткового плоского конденсатора з площею обкладок  $S_k$ , що рівна площі контакту поверхні людини, і повітряного проміжку  $R$ . Величина ємності додаткового конденсатора дорівнює  $\Delta C_{add} = \varepsilon_0 S_k / R$ .  $S_k$  – середня площа людини-обкладки – приблизно дорівнює добутку довжини тулуба (1,1 м) на його ширину (0,2 м) (рис. 3).  $S_k = 1,1 \times 0,2 = 0,22 \text{ м}^2$ .

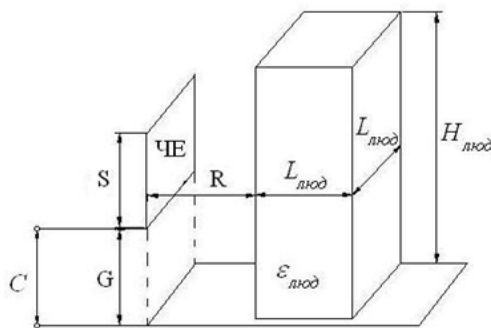


Рис. 3. Модель людини в чутливій системі

Тоді

$$\Delta C_{add} = \varepsilon_0 S_k / R = 0,22 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} / R = 2,0 \cdot 10^{-12} / R,$$

а шукана залежність зміни ємності від відстані до людини набуває вигляду

$$\Delta C(R) = 1 / (1 / \Delta C_l + 1 / \Delta C_{add}) = 1 / (1 / \Delta C_l + R / (2 \cdot 10^{-12})),$$

де значення  $\Delta C_l$  відповідає мінімальній відстані  $R = 0$ .

На відстанях  $R \gg R_0 = \varepsilon_0 S_k / \Delta C_l = 2 \cdot 10^{-12} / \Delta C_l$  залежність спрощується, тоді  $\Delta C(R) = \varepsilon_0 S_k / R = 2 \cdot 10^{-12} / R$ . Так, наприклад, для значення  $\Delta C_l = 50 \text{ пФ}$  величина  $R_0 = 2 / 50 = 0,04 \text{ м}$ . Тому на відстані  $R = 0,2 \text{ м}$  слід очікувати зміни ємності  $\Delta C(R) = 2 \times 10^{-12} / R = 10 \text{ пФ}$ , на відстані  $R = 0,5 \text{ м}$  –  $4 \text{ пФ}$ , а на відстані  $R = 1 \text{ м}$  –  $2 \text{ пФ}$ . Змінюючи поріг спрацьовування в межах від одиниць до десятків пікофарад, ми керуємо розмірами зони. Графік залежності зміни ємності від наближення бачимо на рис. 4.

Також є інші методи покращення продуктивності:

- Використання шлейфу дротів замість одного кабелю;
- Зменшення відстані чутливих елементів для збільшення точності,
- Активне підстроювання частоти генератора під навколишні умови.

Завдяки точній підстроїці можливе безпомилкове детектування людини на підходах до будинку з будь-якого боку.

$\Delta C(R)$ , пФ

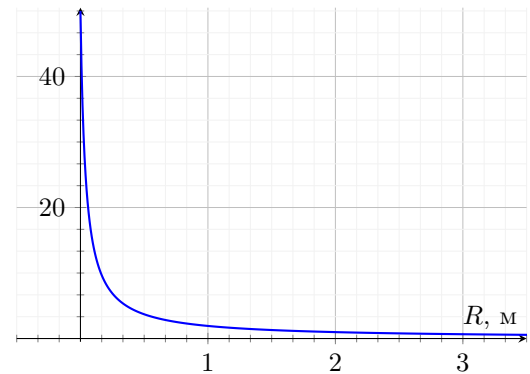


Рис. 4. Графік залежності ємності від наближення

## 3. Розміщення системи датчиків

Для знаходження точного положення об'єкту детектування буде ефективним розмістити систему сповіщувачів що 3 – 4 м, які будуть давати сигнал про присутність. Це значно спростить знаходження і детектування об'єктів. Також для покращення чутливих характеристик потрібно обмежити вплив навколишнього середовища на елементи. Першим фактором є відділення чутливого елемента в землі від ґрунту – для цього використовуватиметься пластикова трубчаста конструкція що закопується разом з чутливим елементом під землю. При цьому пластик не є перешкодою для електричного поля топу на електричні характеристики системи він не впливатиме.

З іншого боку для кращого детектування експериментально було знайдено що найкращими є частоти 10 – 20 КГц для подачі на чутливі елементи.

## Висновки

В матеріалі задано вектор для нового типу використання даних систем в захисті, при цьому не видаючи їх місцезнаходження. Дана система не тільки дешева та непомітна, а ще й не потребує багато енергії.

## Перелік використаних джерел

1. Иоссель Ю. Я. Расчет электрической емкости. — 1981. — 289 с. — Режим доступа: [https://cloud.mail.ru/public/86c0b41ba569/raschet\\_electrich\\_emkosti\\_1981.rar](https://cloud.mail.ru/public/86c0b41ba569/raschet_electrich_emkosti_1981.rar).
2. Груба И. И. Системы охранной сигнализации. Технические средства обнаружения. — 2012. — 220 с. — Режим доступа: [http://pa03.twirpx.net/2450/2450226\\_C566B1FA/gruba\\_i\\_i\\_sistemy\\_okhrannoy\\_signalizatsii\\_tekhnicheskie\\_sred.pdf](http://pa03.twirpx.net/2450/2450226_C566B1FA/gruba_i_i_sistemy_okhrannoy_signalizatsii_tekhnicheskie_sred.pdf).